

УДК 622.276.74

**ТЕХНОЛОГИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОЧИСТКИ СКВАЖИН
ОТ ПЕСЧАНОЙ ПРОБКИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ КРС
НА ПРИМЕРЕ КОНИТЛОРСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

**TECHNOLOGY OF CARRYING OUT CLEANING OF WELLS
FROM THE SANDY STOPPER WHEN CARRYING OUT KRC
ON THE EXAMPLE OF THE KONITLORSKY OIL FIELD**

Березовский Денис Александрович
заместитель начальника цеха,
филиал ООО «Газпром добыча Краснодар»
Каневское газопромысловое управление
daberezovskiy-gaz@rambler.ru

Яковлев Алексей Леонидович
директор департамента проектирования,
ООО «КНГК-Групп»
yakovlev@i-npz.ru

Савенок Ольга Вадимовна
доктор технических наук, доцент,
доцент кафедры Нефтегазового дела
имени профессора Г.Т. Вартумяна,
Кубанский государственный
технологический университет
olgasavenok@mail.ru

Нкунзи Донатилль
магистрант,
Кубанский государственный
технологический университет
dotine01@yahoo.fr

Аннотация. В статье рассмотрены способы ликвидации песчаных пробок в скважинах и меры по предотвращению осложнений при промывке скважин от песчаных пробок. Показана технология проведения очистки скважины от песчаной пробки при проведении капитального ремонта, представлено оборудование для проведения конкретных работ. Также рассмотрен порядок и схема монтажа промывочного насосного агрегата при различных способах промывки от песчаных пробок скважин.

Ключевые слова: ликвидация песчаных пробок в скважинах; прямая промывка скважины; обратная промывка скважины; очистка скважин от пробок желонками; очистка скважин от песчаных пробок гидробурами; технологии очистки песчаных пробок; выбор оборудования для очистки скважин от песчаной пробки.

Berezovskiy Denis Aleksandrovich
deputy chief of department,
branch LLC «Gazprom mining Krasnodar»
Kanevskoe gas field management
daberezovskiy-gaz@rambler.ru

Yakovlev Alexej Leonidovich
head of the design department,
LLC «KNGK-Group»
yakovlev@i-npz.ru

Savenok Olga Vadimovna
doctor of the technical sciences,
assistant professor, assistant professor of
the pulpit oil and gas deal of the name of
the professor G.T. Vartumyan,
Kuban state technological university
olgasavenok@mail.ru

Donatille Nkunzi
undergraduate,
Kuban state technological university
dotine01@yahoo.fr

Annotation. The article discusses ways of elimination of sand plugs in the holes and steps to prevent complications by washing wells from sand plugs. It is shown that the technology of cleanout of sand plug at carrying out major repairs, the equipment for carrying out specific works. Also the order and installation diagram of the washing pump unit for different methods of washing sand wells jams.

Keywords: elimination of sand plugs in wells; straight flush well; backwashing well; cleaning of wells bailer congestion; cleaning of wells from sand plugs hydro-drills; technology cleaning sand plugs; selection of equipment for cleaning of wells from sand plug.

Конитлорское нефтяное месторождение расположено в Ханты-Мансийском автономном округе Российской Федерации и находится в Средне-Обской НГО Западно-Сибирской НГП. Конитлорское месторождение было открыто в 1980 году скважиной № 172 «Главтюменьгеологии», расположено на северо-западном склоне Сургутского свода и приурочено к Сукуръяунскому и Конитлорскому локальным поднятиям.

Конитлорское нефтяное месторождение входит в распределённый фонд недр. Оно отнесено к числу крупных месторождений, а по уровню своей промышленной освоенности относится к разрабатываемым месторождениям. Лицензия на него выдана российской компании ОАО «Сургутнефтегаз» в 1997 году.

Рассмотрим способы ликвидации песчаных пробок в скважинах. При разработке пластов, сложенных рыхлыми породами, в призабойной зоне разрушается скелет пласта. В этом случае жидкость и газ во время движения по пласту увлекают в скважину значительное количество песка.

Если скорость недостаточна для подъёма песчинок, то они осаждаются на забое, образуя пробку, прекращая доступ флюида из пласта. Поэтому для возобновления нормальной эксплуатации скважины необходимо очистить забой от песка.

Наиболее используемые способы:

- *прямая промывка скважины* от песчаной пробки – процесс удаления из неё песка путём нагнетания промывочной жидкости внутрь спущенных НКТ и выноса размытой породы жидкостью через затрубное пространство скважины (затруб). Конец подвески труб оборудуют пером, фрезером, фрезером-карандашом;

- *скоростная прямая промывка* – при наращивании промывочных труб процесс промывки не прекращается, это исключает оседание размытого песка и прихват колонны НКТ;

- *обратная промывка скважины* – процесс удаления песка из скважины путём нагнетания промывочной жидкости в затрубное пространство и направлением восходящего потока жидкости через промывочные трубы. Благодаря меньшему сечению в них создаются большие скорости восходящего потока, что обеспечивает лучший вынос песка;

- *промывка скважин струйными аппаратами* применяется в тех случаях, когда эксплуатационная колонна имеет дефекты. Установка для промывки состоит из струйного насоса, концентрично расположенных труб и поверхностного оборудования (шланга, вертлюга, приспособления для подлива воды);

- *очистка скважин от песчаных пробок азрированной жидкостью, пенами и сжатым воздухом*. Применяют в скважинах с небольшим столбом жидкости и при наличии на забоях рыхлых пробок. Для герметизации устья используют сальник. В качестве рабочего агента применяют азрированную жидкость, пену, сжатый воздух. Преимущества такого способа – исключение поглощения промывочной жидкости пластом; ускорение процесса ввода скважины в эксплуатацию после очистки от пробки; возможность очистки части колонны ниже отверстий фильтра (зумпфа);

- *промывка азрированной жидкостью с добавлением ПАВ*. Применяют в скважинах с низким пластовым давлением, эксплуатация которых осложнена частыми пробкообразованиями, а ликвидация пробок связана с поглощением пластом промывочной жидкости;

- *промывка скважин с применением поверхностно-активных веществ (ПАВ)*. Применяют для снижения поверхностного натяжения на границе «нефть – вода». Добавка ПАВ к жёсткой воде способствует снижению её поверхностного натяжения и быстрому, почти полному удалению этой воды из призабойной зоны при освоении скважины. В качестве ПАВ используют сульфанол, сульфонатриевые соли, деэмульгаторы и др.;

- *промывка скважин пенами*. При определённой концентрации раствора ПАВ в воде образуется стабильная пена, которую используют для промывки скважин;

- *очистка скважин от пробок желонками*. Метод заключается в последовательном спуске на забой желонки, заполнении её и подъёме. Различают простые, поршневые и автоматические желонки. Несмотря на простоту, этот метод обладает рядом существенных недостатков – длительность процесса; возможность протирания эксплуатационной колонны; возможность обрыва тартального каната или проволоки; загрязнение рабочего места. При очистке скважины от рыхлых пробок и небольшой высоте столба жидкости рекомендуется использовать простые желонки, при плотных пробках – поршневые, во всех остальных случаях – автоматические;

- *очистка скважин от песчаных пробок гидробурами*. Песчаные пробки из скважины можно удалять и без спуска промывочных труб. Для этой цели применяют

гидробур, спускаемый на канате. После удара о пробку гидробур приподнимают на 2–3 м и вновь ударяют долотом о поверхность. Во время очередного подъёма плунжер засасывает жидкость с песком из-под долота, затем песок попадает в желонку, а жидкость – в поршневой насос. При таких ударах в несколько приёмов в гидробур засасывается осевшая на забое песчаная пробка. Во избежание образования петель каната или большого его натяга и обрыва рекомендуется проводить работы на пониженной скорости подъёмника.

Меры по предотвращению осложнений при промывке скважин от песчаных пробок:

- Перед промывкой необходимо провести подготовительные работы: проверка наземных сооружений, оборудования и инструмента; выбор и проверка промывочных труб, промывочного насоса; выбор способа помывки, промывочной жидкости; замер глубины забоя.

- При промывке наклонных и глубоких скважин рекомендуется пользоваться гидравлическим индикатором веса (ГИВ).

- Промывать фонтанные скважины следует при установленной под вертлюгом центральной (коренной) задвижке фонтанной арматуры (ФА) и переводной катушке.

- При использовании бурового раствора или нефти в качестве промывочной жидкости необходима специальная система желобов для циркуляции жидкости, чтобы не допускать её потери.

- Перед промывкой скважины всю систему необходимо промыть водой и опрессовать на давление, не менее чем полторакратное ожидаемое.

- При промывке скважины водой для большей надёжности подавать её следует из двух самостоятельных источников.

- Спуск промывочных труб без восстановления циркуляции следует прекратить, не доводя их конец на 50–100 м до пробки.

- После спуска промывочных труб до установленной глубины следует путём наращивания нескольких труб восстанавливать циркуляцию после каждого наращивания, достичь пробки и приступить к промывке.

Выбор оборудования и технологии очистки песчаных пробок обусловлен:

- типом пробки и местом её расположения;

- состоянием эксплуатационной колонны (степенью её герметичности и износа);

- пластовым давлением.

Технологию очистки пробок выбирают таким образом, чтобы, с одной стороны, её удалить, а с другой – свести к минимуму ухудшение гидродинамических свойств пласта, например, в результате попадания в него технологических жидкостей, используемых для промывки.

Образующиеся в процессе эксплуатации скважины песчаные пробки бывают:

1) *забойными*, образующимися на забое скважины;

2) *патронными*, располагающимся в средней и верхней части колонны.

Пробки бывают *рыхлыми* и *плотными*.

Существуют два основных метода очистки скважин (удаление песчаных пробок):

1) *желонками* – для этого в колонну труб на канате последовательно опускают и поднимают желонку (цилиндрическую ёмкость, снабжённую каналами и рядом устройств для захвата материала пробки, например, песка, подъёма его на поверхность и быстрого опорожнения);

2) *промывкой* – для этого в засоренные подъёмные трубы или эксплуатационную колонну спускают колонну промывочных труб и специальными промывочными насосами создают циркуляцию жидкости для размывания пробки и выноса составляющих её материалов на поверхность.

Необходимо иметь в виду, что при образовании песчаной пробки в случае полного прекращения подачи пластовой жидкости давление в нижней части колонны увеличивается и в процессе удаления пробки может произойти выброс части пробки, нефти, а иногда и оборудования, спущенного в скважину. Поэтому при удалении пробки следует строго выполнять правила техники безопасности.

Рассмотрим метод удаления песчаных пробок желонками.

Преимущества этого метода:

- простота применяемого оборудования и процесса очистки;
- исключение проникновения в призабойную зону пласта технологических жидкостей;
- возможность очистки скважин с негерметичными эксплуатационными колоннами.

Недостатки метода:

- длительность процесса;
- возможность протирания эксплуатационной колонны;
- возможность обрыва каната, на котором спускается инструмент;
- загрязнение территории вокруг устья скважины извлечённым материалом пробки;
- невозможность чистки желонкой колонн, имеющих смятия или сломы.

При очистке желонкой скважины:

- 1) она должна быть оборудована подъёмником, колонна подъёмных труб должна быть поднята и уложена на мостки;
- 2) рядом с устьем скважины установлен отбойный ящик для сбора материала пробки.

Диаметр желонки выбирается исходя из диаметра колонны, в которой образовалась пробка.

Диаметр труб, мм	114	127	140	146	168 и более
Диаметр желонки, мм	73	89	89	89	114

В зависимости от характера пробки используют следующие типы желонок:

- 1) для рыхлых пробок – простые;
- 2) при плотных – поршневые;
- 3) в специальных случаях – автоматические.

Простую желонку подвешивают на тартальном канате диаметром 16 или 19,5 мм при оснастке талевой системы «напрямую». В процессе работ следует систематически проверять надёжность крепления каната к желонке и состояние каната.

Длина каната, намотанного на барабан лебёдки, должна быть такой, чтобы при самом нижнем положении желонки в скважине на барабане оставалось бы не менее одного ряда каната.

Простая желонка представляет собой трубу диаметром 73–114 мм и длиной 8–12 м с тарельчатым или шариковым клапаном на нижнем конце и дужкой для крепления каната на верхнем конце. Хотя желонки подобной конструкции малоэффективны, но из-за простоты конструкции их часто применяют на промыслах.

В процессе работы желонку опускают на канате со средней скоростью. За 10–15 м до пробки скорость увеличивают, и желонка врезается в пробку, клапан в нижней части открывается, и песок вместе с жидкостью заполняет её внутренний объём. Для надёжного закрытия клапана желонку отрывают от забоя на максимальной скорости подъёма.

Подняв желонку из скважины, её с помощью крючка отводят от устья к отбойному ящику, в дне которого укреплен стержень. Установленный на стержне клапан открывается, и песок вместе с жидкостью стекает в ящик.

Освобождённую желонку опускают в скважину и повторяют процесс её заполнения.

Поршневые желонки (рис. 1) отличаются от простых наличием в них поршня, установленного на штоке, свободно проходящем через верхнюю крышку корпуса. Шток поршня должен быть достаточно массивным, чтобы обеспечивать его движение вниз относительно корпуса желонки при провисании каната. Для амортизации удара на шток надеты две пружины – одна снаружи, другая внутри корпуса.

Для обеспечения перетока жидкости из подпоршневой полости в надпоршневую в поршне имеется ряд осевых каналов, закрытых сверху эластичной шайбой. Клапан в нижней части желонки снабжают штоком с пикообразным наконечником.

При достижении желонкой забоя клапан открывается, а поршень опускается вниз, пока верхняя пружина не упрётся в пробку.

Во время подъёма каната сначала начинает двигаться вверх поршень, в результате давление под поршнем уменьшается, и песок с жидкостью через открытый клапан засасывается внутрь корпуса. После отрыва корпуса желонки от забоя клапан закрывается и предупреждает освобождение желонки от песка.

Для хорошего наполнения желонки её несколько раз сажают на забой, опуская поршень в нижнее положение.

После подъёма желонки на поверхность её крючком отводят к отбойному ящику, опирают штоком клапана на его дно. После вытекания жидкости с песком процесс повторяют.

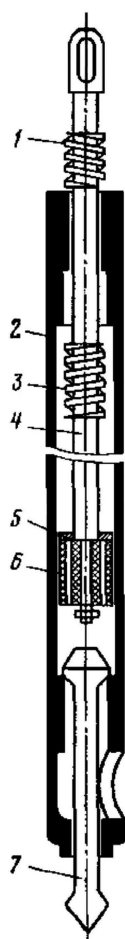


Рисунок 1 – Поршневая желонка:
1, 3 – пружина; 2 – корпус; 4 – шток;
5 – шайба эластичная; 6 – поршень;
7 – клапан

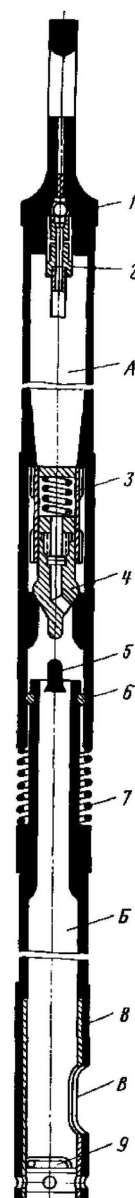


Рисунок 2 – Автоматическая желонка:
1 – головка; 2 – шариковый клапан;
3 – стакан; 4 – конусный клапан;
5 – ударник; 6 – шариковый фиксатор;
7 – пружина; 8 – заслонка;
9 – приёмный клапан;
А – воздушная камера;
Б – песочная камера;
В – выпускное отверстие

Автоматическая желонка (рис. 2) имеет более сложное по сравнению с описанными устройство. Принцип её действия основан на использовании двух герметичных камер – воздушной и песочной. Эти камеры имеют герметичные клапаны. Приёмный клапан при достижении желонкой песчаной пробки открывается и, поскольку давление в скважине значительно превышает давление воздуха во внутренней полости желонки, песочная камера интенсивно заполняется материалами, образовавшими пробку. При заполнении песочной камеры воздух, находящийся в воздушной камере, сжимается, при подъёме желонки на поверхность давление в ней сохраняется и поддерживается на уровне 1 МПа.

После извлечения желонки из скважины её отводят в сторону от скважины и устанавливают в отбойный ящик. При открытии нижнего спускного отверстия содержимое желонки давлением сжатого воздуха, находящегося в воздушной камере, интенсивно вытесняется из внутренней полости песочной камеры желонки. Во время открытия спускного отверстия под действием реактивной силы желонка смещается вбок, поэтому её необходимо надёжно упереть в дно ящика-отбойника и предусмотреть меры, исключающие попадание выбрасываемого содержимого желонки на рабочих.

Автоматические желонки работают тем лучше, чем выше столб жидкости в скважине над пробкой. Однако эффективность их работы в основном зависит от герметичности клапанов. Даже незначительная утечка воздуха или жидкостно-песочной смеси приводит к резкому уменьшению степени её наполнения и скорости опорожнения.

В процессе очистки песчаной пробки желонкой следует соблюдать следующие правила:

1. Выбирать скорость спуска желонки таким образом, чтобы предупредить образование петель каната, которые могут возникнуть во время спуска желонки в скважину и в том случае, если она зацепляется за выступ колонны труб.

2. При подъёме не допускать затаскивания желонки под кронблок. Для этого на тартальном канате выше желонки на 100 м навязывают метку. При подходе метки к барабану лебёдки машинист уменьшает скорость подъёма и сосредоточивает внимание на устье скважины, ожидая появления желонки.

3. При спуске желонки при приближении её к уровню жидкости в скважине скорость вращения барабана лебёдки должна быть уменьшена, поскольку в период погружения желонки в жидкость её скорость резко уменьшается, что может привести к образованию петли из тартального каната.

4. Для лучшей ориентации тракториста на канате должна быть укреплена метка, соответствующая забою скважины. Приближение этой метки к устью скважины означает посадку желонки на забой, образованный песчаной пробкой.

5. После посадки желонки на максимально возможной скорости спуска на песчаную пробку она должна без промедления подниматься на поверхность.

6. При чистке песчаных пробок запрещается опорожнять желонку непосредственно на пол рабочей площадки.

7. В случае соскакивания тартального каната с оттяжного ролика или кронблочного шкива следует прекратить спускоподъёмные операции, а канат до завода его в ролик или шкив надёжно закрепить на устье двумя зажимами, расположенными накрест. Запрещается чистить желонкой песчаные пробки в фонтанных скважинах, выделяющих газ.

При промывке пробок в скважинах, из которых возможны выбросы, следует на промывочных трубах установить противовыбросную задвижку или на устье герметизирующее устройство и применять промывочную жидкость с удельным весом, обеспечивающим гидростатическое давление столба большее, чем пластовое давление.

8. Промывочный шланг должен иметь по всей длине петлевую обвивку из мягкого металлического канатика, прочно прикреплённого к стояку и вертлюгу.

9. При промывке песчаной пробки водой промывочную жидкость следует отводить в промышленную канализацию. Промывать пробки нефтью следует по замкнутому циклу.

10. В ночное время при внезапном выключении освещения во время промывки скважины следует находящиеся в ней трубы приподнять и посадить на элеватор, не прекращая циркуляцию промывочной жидкости.

Рассмотрим метод удаления песчаной пробки промывкой.

Для реализации этого способа:

1) в скважину опускают колонну промывочных труб;

2) у устья скважины размещают:

- насосы;
- резервуары с промывочной жидкостью;
- другое оборудование, необходимое для промывки по одному из способов.

Способы промывки:

- 1) прямая;
- 2) обратная;
- 3) комбинированная;
- 4) непрерывная.

Расположение оборудования у устья скважины, эксплуатирующейся ШСН, может быть следующим (рис.3):

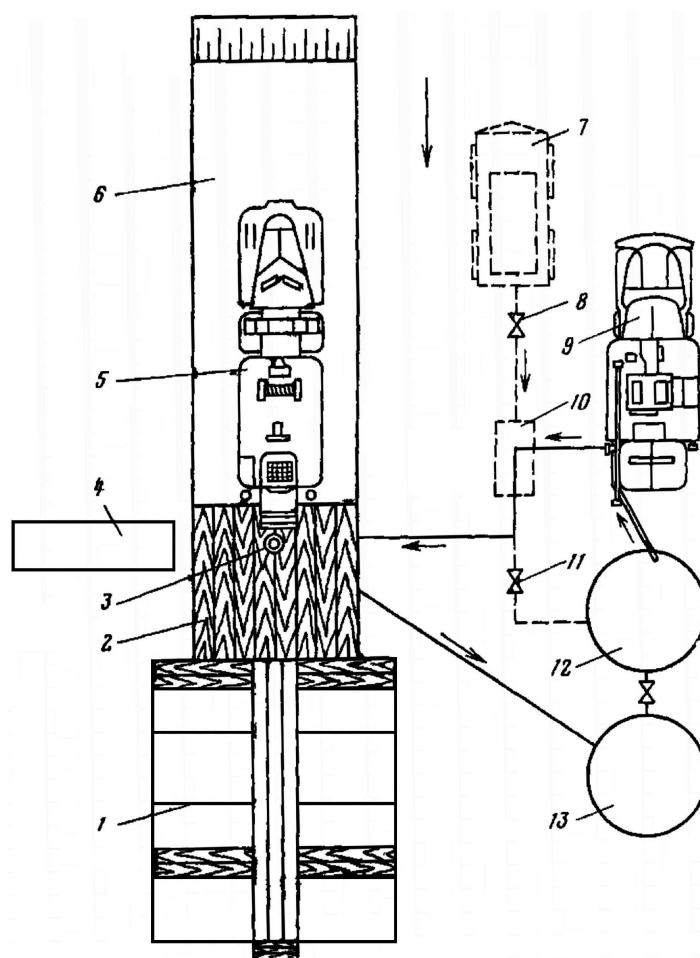


Рисунок 3 – Схема размещения оборудования при промывке скважин жидкостью и азрированной жидкостью (показано пунктиром):

- 1 – мостки-стеллажи; 2 – рабочая площадка; 3 – устье скважины; 4 – балансирный станок-качалка; 5 – подъемная лебедка (агрегат подземного ремонта); 6 – площадка для агрегата; 7 – компрессор; 8 – вентиль регулировочный; 9 – установка насосная; 10 – аэратор; 11 – вентиль; 12, 13 – ёмкость

1) подъёмник устанавливают, как обычно при спускоподъёмных операциях, – по одной оси с мостками;

2) промывочный агрегат – напротив станка-качалки, не более чем в 10 м от устья скважины так, чтобы его кабина не была обращена к устью;

3) позади агрегата может быть расположена ёмкость для промывочной жидкости или автоцистерна.

Промывочная жидкость, поступающая из скважины, может непосредственно направляться в промышленную канализацию либо в специальную ёмкость, располагаемую рядом с устьем.

Промывочную жидкость выбирают исходя из индивидуальных особенностей скважины:

1) *безводные нефтяные скважины* целесообразно промывать только **чистой нефтью**, поскольку применение воды приводит к осложнениям при последующей эксплуатации;

2) *скважины с повышенным пластовым давлением* промывают **раствором** или **солёной водой**, плотность которых исключает выбросы или фонтанирование.

В процессе промывки скважин необходимо следить за удельным весом промывочной жидкости и в случае его уменьшения, например, аэрации – сменить жидкость.

3) *скважины, не склонные к выбросам или фонтанированию*, промывают **технической** или **пластовой водой**.

4) *скважины с низким пластовым давлением*, склонные к поглощению, целесообразно промывать **аэрированной жидкостью**.

В качестве промывочных труб используют НКТ, тип и диаметр которых выбирают в зависимости от конструкции скважины. Если промывочные трубы спускают ниже башмака первого ряда труб, то целесообразно использовать муфты с увеличенной фаской, что позволяет избежать ударов о башмак при подъёме колонны.

Для повышения эффективности процесса разрушения пробки на башмак промывочной колонны навинчивают наконечники, имеющие вид торцевой фрезы или накоса срезанного патрубка.

Прямую промывку осуществляют подачей промывочной жидкости к пробке через спущенную в скважину колонну промывочных труб. При этом материалы, составляющие размываемую пробку, выносятся на поверхность по кольцевому пространству между эксплуатационной колонной и колонной промывочных труб.

Колонну труб привинчивают к вертлюгу (рисунки 4а), который, в свою очередь, подвешивают на крюк талевого системы. Вертлюг соединяют гибким шлангом со стояком, к которому от насоса подводится промывочная жидкость.

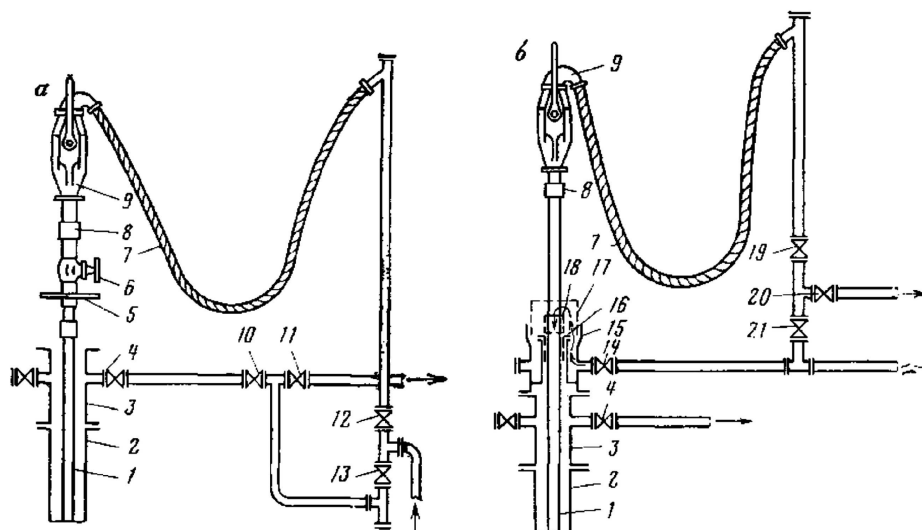


Рисунок 4 (а; б) – Схема оборудования скважины при промывке:

а – прямой; б – ускоренной;

- 1 – колонна промывочных труб; 2 – эксплуатационная колонна; 3 – крестовина; 4 – задвижка; 5 – фланец; 6 – предохранительная задвижка; 7 – промывочный шланг; 8 – муфта; 9 – вертлюг; 10, 11, 12, 13, 14 – краны; 15 – промывочная головка; 16 – вкладыш; 17 – крышка; 18 – муфта; 19, 20, 21 – краны; 22 – промывочная головка; 23 – манжетное уплотнение; 24 – гибкий шланг; 25 – пробка; 26, 27, 28 – краны

Прямая промывка наиболее эффективна при удалении крепких пробок.

Недостаток – обеспечение значительного расхода промывочной жидкости, так как подъём жидкости происходит по кольцевому пространству, площадь поперечного сече-

ния которого велика, а, следовательно, скорость подъёма жидкости незначительна. Для эффективного удаления песка необходимо, чтобы скорость подъёма жидкости превышала скорость падения частиц песка в жидкости.

Последовательность операций при прямой промывке следующая:

1) Подготовительные работы:

- у устья скважины устанавливают агрегат подземного ремонта (или оснащают стационарную эксплуатационную вышку талевого системой);

- монтируют стояк;

- устанавливают промывочный агрегат, технологические ёмкости;

- оборудуют устье скважины головкой, соединяют трубопроводами все узлы и агрегаты.

2) Спускают колонну промывочных труб таким образом, чтобы насадка, установленная в их нижней части, находилась не выше 10 м от начала пробки.

3) Соединяют колонну труб с вертлюгом и включают насос промывочного агрегата.

4) После создания циркуляции промывочной жидкости, т.е. появления потока жидкости из трубопровода, соединённого с кольцевым пространством между эксплуатационной и колонной промывочных труб, начинают с помощью подъёмника опускать в скважину колонну промывочных труб. Спуск проводят на минимальной скорости, следя за тем, чтобы колонна промывочных труб не встала на пробку, и одновременно следят за показаниями манометра, установленного на нагнетательной линии промывочного насоса.

Основная задача бригады подземного ремонта при промывке пробки – обеспечение такой скорости погружения колонны промывочных труб, чтобы, с одной стороны, быстро удалить пробку, а с другой – не допустить засорения наконечника промывочной колонны.

Признак засорения наконечника – резкое повышение давления на выкиде промывочного насоса. При этом необходимо, не останавливая насоса, т.е. не прекращая циркуляции промывочной жидкости, приподнять колонну промывочных труб на 0,5–1,0 м и удерживать её на этой высоте до тех пор, пока не восстановится нормальное давление.

Если наконечник забит настолько плотно, что его не удаётся промыть потоком жидкости, подаваемой насосным агрегатом, циркуляцию прекращают, отсоединяют вертлюг от колонны промывочных труб и поднимают её на поверхность, где и прочищают насадку. Затем спускают в скважину колонну промывочных труб, соединяют её с вертлюгом и продолжают промывку.

При нормальном ходе размыва пробки промывку ведут до тех пор, пока вертлюг не опустится в нижнее положение. После этого промывку скважины продолжают до тех пор, пока весь песок, находящийся во взвешенном состоянии в кольцевом пространстве между НКТ и промывочными трубами, не будет вынесен на поверхность. В противном случае в период остановки промывочного насоса этот песок осядет вниз, что может привести к прихвату колонны промывочных труб.

Продолжительность полного удаления песка определяют, исходя из расчёта или же контролируя степень загрязнённости промывочной жидкости, вытекающей из скважины.

После промывки насос останавливают или, управляя задвижками, направляют поток из нагнетательного патрубка в амбар, после чего поднимают промывочные трубы из скважины на высоту промывочного колена, подставляют под муфту элеватор, отвинчивают колено и либо отводят его в шурф, либо укладывают на мостки.

В результате крюк талевого системы освобождается, на него накидывают штропы элеватора и, подняв с мостков очередную трубу, подводят её к устью скважины. После свинчивания трубы с колонной промывочных труб освобождают элеватор, на который она опиралась, и опускают колонну на длину трубы до тех пор, пока элеватор не сядет на тройник.

С крюка снимают штропы элеватора, крюк оттягивают к вертлюгу и набрасывают на него серьгу вертлюга. После подъёма вертлюга с промывочным коленом его соединяют с колонной промывочных труб, приподнимают колонну и освобождают элеватор. Далее включают насос или открывают соответствующие задвижки в линии, восстанавливают циркуляцию и продолжают промывку.

Аналогичным образом, постепенно промывая и наращивая промывочную колонну, продолжают промывку пробки на всей её длине.

В тех случаях, когда ожидается выброс или фонтанирование скважины, в схему обвязки вводят предохранительную задвижку 6 со специальным фланцем 5, устанавливаемыми ниже вертлюга.

Открытое фонтанирование исключают посадкой фланца 5 на фланец крестовика фонтанной арматуры 3 и скреплением их болтами, после чего скважину можно глушить подачей жидкости через промывочные трубы или кольцевое пространство, а также одновременно через оба канала.

В первом случае открывают предохранительную задвижку и задвижку 12, задвижки 4, 10, 11 закрыты; во втором случае предохранительная задвижка 6 и задвижки 11, 12 закрыты, а задвижки 13, 10, 4 открыты; в третьем – задвижка 11 закрыта, а остальные открыты.

Описанную технологию применяют для промывки однорядных подъёмников. Промывку пробок в двухрядных подъёмниках ведут следующим образом.

Устье скважины оборудуют по схеме (рисунок 4б).

Промывку внутреннего ряда подъёмных труб ведут так же, как и промывку однорядного подъёмника, с той лишь разницей, что после вскрытия башмака внутреннего ряда продолжают промывку до башмака труб наружного ряда.

После этого, оперируя задвижками, пытаются установить циркуляцию жидкости из промывочных труб по кольцевому пространству между трубами первого и второго рядов. Если это удаётся, то промывку ведут до полного прекращения выхода песка, после чего промывку ведут до полного прекращения выхода песка, после чего промывочные трубы опускают до фильтра и промывают эксплуатационную колонну.

Когда промывают скважины, на которых могут происходить выбросы или фонтанирование, схема обвязки должна включать в себя предохранительную задвижку, устанавливаемую ниже вертлюга и специального фланца, размеры которого соответствуют фланцу тройника или крестовика фонтанной арматуры. Если в процессе промывки начинается проявление скважины, открытое фонтанирование можно предупредить, закрыв задвижку, опустив колонну промывочных труб и соединив фланец с фонтанной арматурой.

Аналогичным образом оборудуется устье скважины при промывке двухрядного подъёмника.

При прямой и комбинированной промывках в ряде случаев работают без промывочного стояка. Тогда промывочный шланг соединяют с трубопроводами на уровне пола рабочей площадки. Для того чтобы при спуске вертлюга в нижнее положение промывочный шланг не ложился на пол и не загромождал рабочее место у устья скважины, используют приспособление для подвески шланга и средней его части за пояс вышки.

Скоростная прямая промывка предусматривает такое же, как и при простой промывке, направление потоков жидкости, но позволяет ускорить разрушение пробки за счёт исключения полного выноса песка из кольцевого пространства между НКТ и промывочными трубами перед её наращиванием.

Это достигается при включении в специальную обвязку (рисунок 4б) промывочной головки 15, которая позволяет после посадки на неё трубы и отсоединения вертлюга восстановить циркуляцию жидкости в течение времени, пока очередная труба не будет подготовлена для наращивания. В результате перерывы циркуляции жидкости обусловлены только временем развинчивания и свинчивания резьбового соединения колонны промывочных труб, а количество песка, осаждённого на пробку, незначительно.

Скоростная прямая промывка ведётся следующим образом (рисунок 4б). В процессе промывки жидкость от насоса через задвижки 21, 19, стояк, промывочный шланг 7 и вертлюг 9 поступает в колонну промывочных труб. При подходе муфты к промывочной головке в её корпус вставляют вкладыш 16 (показан пунктиром) и при дальнейшем спуске сажают торец муфты 18 на вкладыш 16. После этого набрасывают ключи на патрубков, установленный ниже вертлюга и муфты трубы. После этого подача насоса прекращается, резьбовое соединение раскрепляют, отвинчивают и на промыв-

вочной головке 15 закрепляется крышка 17. Открыв кран 14 и закрыв кран 19, 21, возобновляют промывку, однако теперь жидкость от насоса попадает в колонну промывочных труб, минуя стояк, промывочный шланг и вертлюг.

Подготовив очередную трубу к спуску, т.е. соединив патрубком, установленный ниже вертлюга, с лежащей на мостках трубой, поднимают и подводят её к устью скважины. После этого циркуляция опять прекращается либо остановкой насоса, либо открытием кранов 21, 20 и закрытием кранов 14, 19. Крышку 17 с головки 15 снимают, очередную трубу свинчивают с муфтой спущенной трубы, после чего возобновляют циркуляцию жидкости через стояк, промывочный шланг, вертлюг и новую трубу.

Обратная промывка скважин предусматривает закачку жидкости в кольцевое пространство между колонной НКТ и промывочными трубами и подъём её вместе с размытым песком по промывочным трубам. Это позволяет достигнуть более высоких скоростей восходящего потока жидкости и ускорить разрушение пробки.

Схема обвязки устья (рисунок 4в) включает в себя промывочную головку 22 для герметизации устья скважины.

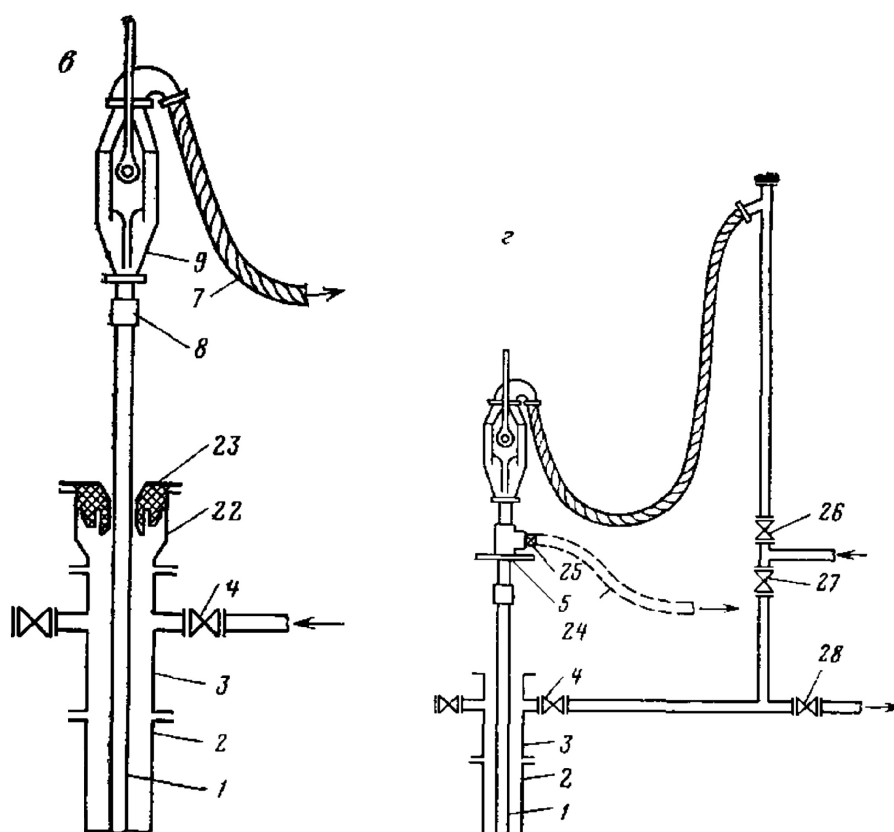


Рисунок 4 (в; а) – Схема оборудования скважины при промывке:

в – обратной; а – комбинированной

- 1 – колонна промывочных труб; 2 – эксплуатационная колонна; 3 – крестовина; 4 – задвижка; 5 – фланец;
 6 – предохранительная задвижка; 7 – промывочный шланг; 8 – муфта; 9 – вертлюг;
 10,11, 12, 13, 14 – краны; 15 – промывочная головка; 16 – вкладыш, 17 – крышка; 18 – муфта;
 19, 20, 21 – краны; 22 – промывочная головка; 23 – манжетное уплотнение; 24 – гибкий шланг;
 25 – пробка; 26, 27, 28 – краны

Промывочная головка крепится к фланцу тройника или крестовика и состоит из корпуса, в котором установлено манжетное уплотнение 23. Ус манжеты достаточно эластичен и может пропускать муфты, соединяющие трубы промывочной колонны. Промывочная жидкость направляется от насоса через патрубок, приваренный к корпусу головки, или через крестовик.

Предварительный натяг манжеты и давление жидкости прижимают её к наружной поверхности промывочных труб, обеспечивая таким образом герметичность внутренней полости, что позволяет спускать трубы при постоянной циркуляции жидкости.

Для обеспечения свободного пропускания муфты через уплотнение головки её крышку отворачивают на несколько оборотов, уменьшая, таким образом, предварительный натяг уплотнения.

Жидкость из полости промывочных труб отводят либо с помощью вертлюга, либо специальной отводной головки, ввинчиваемой в муфту, опёртую на элеватор, на котором подвешена колонна промывочных труб. Отводная головка соединяется шлангом с обвязкой.

После спуска крюка в нижнее положение проводят промывку до появления чистой воды. Так как объём внутренней полости промывочных труб меньше объёма кольцевого пространства, то продолжительность обратной промывки меньше, чем прямой.

После появления чистой воды колонну промывочных труб наращивают и продолжают процесс разрушения пробки. Поскольку в кольцевом пространстве находится чистая жидкость, прихват труб исключается.

Обратная промывка позволяет обеспечить более эффективный вынос песка, но вместе с тем снижается интенсивность разрушения пробки.

Комбинированная промывка заключается в попеременной работе оборудования в режимах прямой и обратной промывок. В зависимости от имеющегося оборудования обвязка устья скважины может быть выполнена либо с использованием промывочной головки, либо с использованием крестовины (рис. 4а). Обвязка, используемая при комбинированной промывке, наиболее сложная, она должна обеспечивать изменение направления течения жидкости в промывочных трубах.

В процессе промывки пробки после наращивания очередной трубы или колена жидкость нагнетают в промывочные трубы. При этом краны 26, 4, 28 открыты, а кран 27 закрыт. Жидкость от насоса через стояк, промывочный шланг и вертлюг поступает в промывочные трубы и, пройдя через насадок, размывает пробку, т.е. работа идёт по прямой схеме. Жидкость вместе с песком поднимается по кольцевому пространству и через краны 4 и 28 выходит в ёмкость.

После посадки планшайбы на фланец тройника их соединяют болтами, прекращают промывку, отвинчивают пробку 25 и соединяют отверстие гибким шлангом 24 с ёмкостью. Краны 26, 28 закрывают, а кран 27 открывают. После этого возобновляют работу насоса, но уже по схеме обратной промывки, т.е. чистая жидкость подаётся в кольцевое пространство, а песок выносится через боковой отвод и гибкий шланг. После появления чистой воды циркуляцию жидкости в скважине прекращают, разбирают фланцевое соединение, приподнимают колонну промывочных труб, под муфту подводят элеватор и сажают колонну на него.

Отвинтив промывочное колено, его спускают в шурф или укладывают на мостки. На крюк подвешивают элеватор для подачи к устью следующей трубы. После свинчивания её с колонной верхний элеватор приподнимают, освобождают нижний элеватор и опускают колонну вниз до посадки верхнего элеватора на тройник. Крюк освобождают от стропов элеватора и на него набрасывают серьгу вертлюга.

После подъёма вертлюга с трубой из шурфа её соединяют с колонной промывочных труб, колонну приподнимают, освобождают элеватор и промывку скважины возобновляют.

Комбинированную промывку можно осуществить с ещё более сложной схемой обвязки, при которой исключается использование пробки 25 и дополнительного гибкого шланга 24. В этом случае при работе в режиме обратной промывки жидкость из промывочных труб удаляется через вертлюг и гибкий шланг, а далее через дополнительную задвижку направляется в ёмкость. При подобной схеме в моменты изменения режима промывки достаточно только закрыть и открыть соответствующие задвижки.

При *чистке скважин азрированной жидкостью* описанные выше способы промывки скважин и оборудование, используемое при этом, не зависят от того, какая жидкость используется в качестве промывочной: нефть, вода, глинистый раствор.

Использование водовоздушной смеси при чистке пробок требует специального дополнительного оборудования – смесителя, компрессора и т.п. (рис. 3 пунктир).

От насосного агрегата промывочная жидкость направляется через обратный клапан к смесителю. От источника сжатого воздуха через регулятор расхода к смесителю подаётся воздух. Выйдя из смесителя, водовоздушная смесь поступает через промывочный шланг и вертлюг в колонну промывочных труб. Устье скважины оборудуют головкой для обратной промывки, а муфту нижней трубы промывочной колонны – обратным клапаном.

Технология промывки азрированной жидкости отличается от описанных ранее.

Перед началом промывки жидкость, находящуюся в трубах, вытесняют в трап, после чего налаживают циркуляцию жидкости и уточняют соотношение сжатого воздуха и воды для промывки пробки.

После выноса пробки и спуска колонны промывочных труб на длину трубы или колена труб насосный агрегат останавливают, давление в полости труб снижают через контрольный вентиль. В кольцевом пространстве давление сохраняют, поскольку течению жидкости вверх по колонне промывочных труб препятствует обратный клапан.

Далее колонну труб наращивают, включают насос и восстанавливают циркуляцию водовоздушной смеси. Цикл этих операций повторяют до тех пор, пока вся пробка не будет размыва.

Выбор оборудования для очистки скважин от песчаной пробки

Оборудование для очистки скважин от песчаной пробки зависит от технологической схемы (рис. 5 и 6). Промывочный насос определяется исходя из требуемых параметров давления и подачи (производительности).

Производительность первоначально целесообразно принять из условий:

- минимальной подачи насоса (1 передача коробки перемены передач двигателя);
- размыва песка струёй жидкости из насадки.

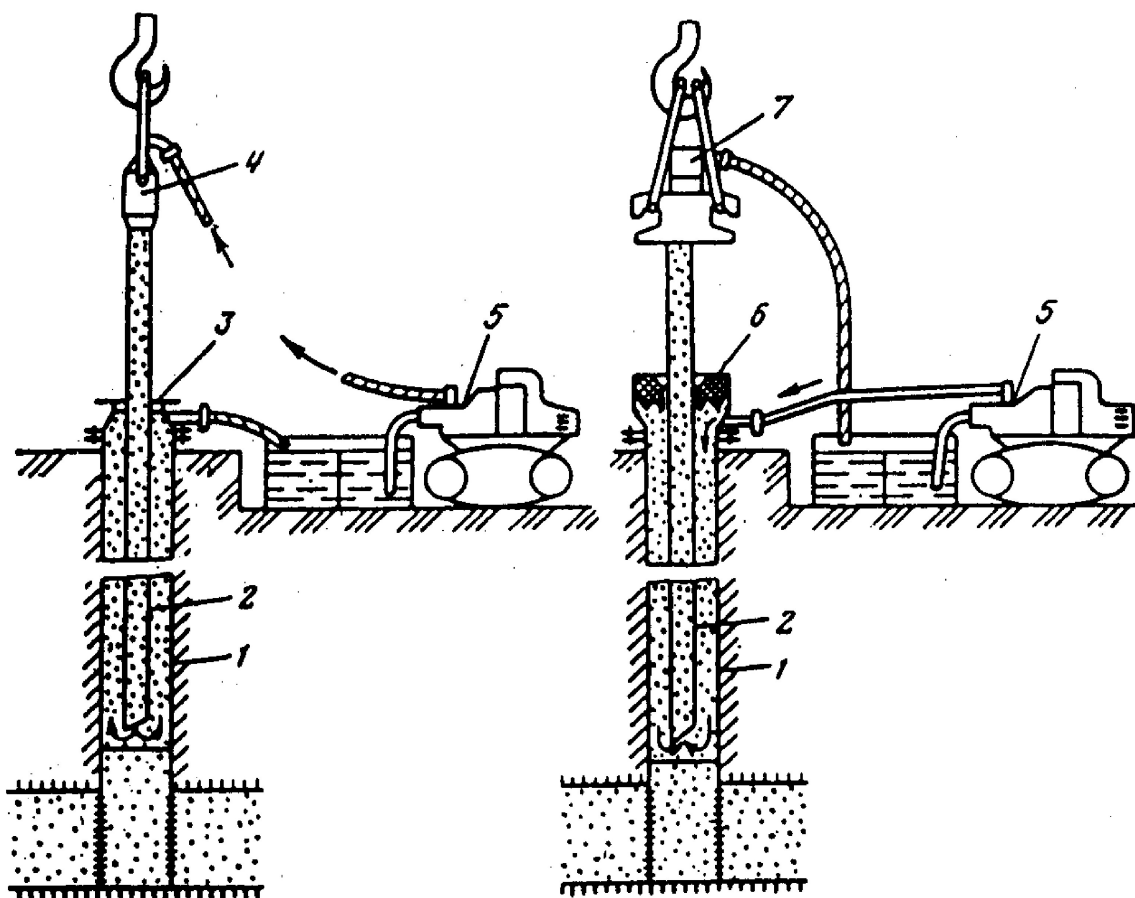


Рисунок 5 – Схема прямой (а) и обратной (б) промывок скважин:

1 – колонна; 2 – НКТ; 3 – устьевой тройник; 4 – промывочный вертлюг; 5 – промывочный насосный агрегат; 6 – устьевой сальник; 7 – переводник со шлангом

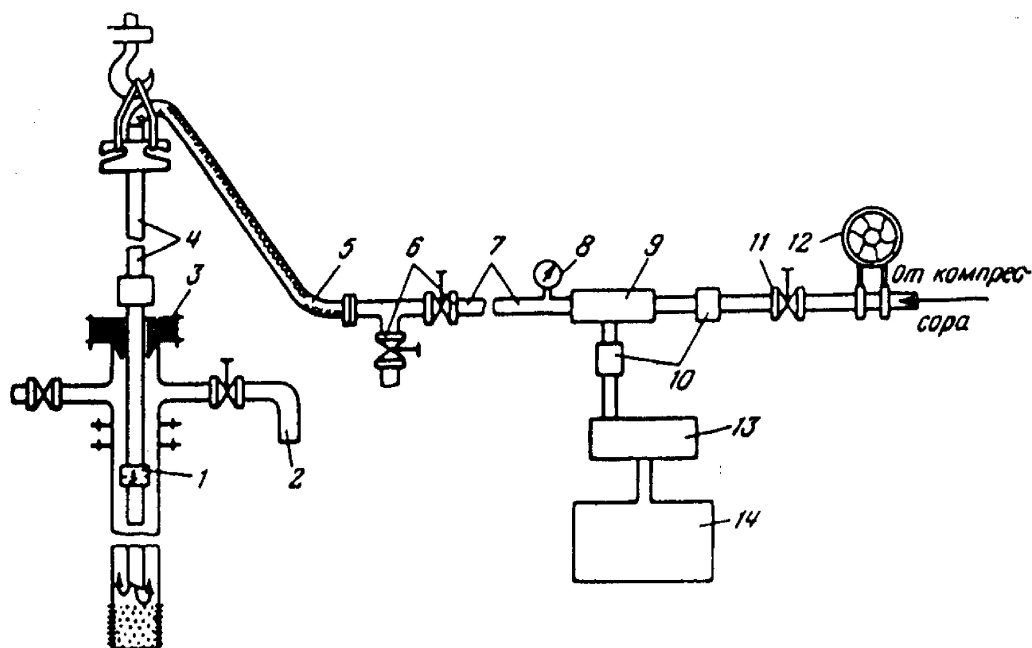


Рисунок 6 – Оборудование скважины при промывке азрированной жидкостью с добавкой ПАВ:
 1 – обратный клапан; 2 – манифольд; 3 – устьевой сальник; 4 – НКТ; 5 – шланг; 6 – вентили;
 7 – манифольд; 8 – манометр; 9 – смеситель-азратор; 10 – обратные клапаны; 11 – вентиль;
 12 - расходомер; 13 – насос; 14 – ёмкость

Для определения необходимого давления следует провести гидравлический расчёт промывки.

При гидравлическом расчёте промывки подлежат определению следующие параметры, которые устанавливают технологические характеристики проведения работ с оценкой требуемого давления и расхода жидкости, а также времени на осуществление процесса.

1. Скорость восходящего потока жидкости должна быть больше скорости падения в ней частичек песка:

$$V_n = V_e - w,$$

где V_n – скорость подъёма песчинок; V_e – скорость восходящего потока жидкости; w – средняя скорость свободного падения песка в жидкости, определяемая в зависимости от диаметра частиц песка.

Диаметр частиц песка, мм	0,3	0,25	0,2	0,1	0,01
w , см/с	3,12	2,53	1,95	0,65	0,007

Обычно принимается, что $v_e = 2 \cdot w$, тогда $v_n = v_e - \left(\frac{v_e}{2}\right) = \frac{v_e}{2}$.

2. Общие гидравлические потери при промывке: $h = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6$, м.

Здесь h_1 – потери напора в промывочных трубах:

$$h_1 = \lambda \cdot \left(\frac{H}{d}\right) \cdot \left(\frac{V_H^2}{2 \cdot g}\right) \cdot \rho_{ж}, \quad (1)$$

где H – длина промывочных труб, м; d – внутренний диаметр промывочных труб, м; V_H – скорость нисходящего потока жидкости в трубах, м/с; $\rho_{ж}$ – плотность жидкости, т/м³; λ – коэффициент гидравлических сопротивлений (таблица или расчёт).

Условный диаметр труб, мм	48	60	73	89	114
λ	0,040	0,037	0,035	0,034	0,032

$$h_2 = \varphi \cdot \lambda \cdot \left(\frac{H}{D_e - d_n} \right) \cdot \left(\frac{V_e^2}{2 \cdot g} \right) \cdot \rho_{ж}, \quad (2)$$

где φ – коэффициент, учитывающий увеличение потерь вследствие содержания в жидкости песка ($\varphi = 1,12 \div 1,20$); D_e – внутренний диаметр эксплуатационной колонны, м; d_n – наружный диаметр промывочных труб, м.

При определении гидравлических сопротивлений обратной промывки пользуются теми же формулами, только формула (1) используется для восходящего потока, а формула (2) – для нисходящего.

$$h_3 = \frac{(1-m) \cdot F \cdot \ell \cdot \rho_{ж}}{f} \cdot \left[\frac{\rho_n}{\rho_{ж}} \cdot \left(1 - \frac{\omega}{V_e} \right) - 1 \right], \quad (3)$$

где m – доля пустот между частицами песка, занимаемая жидкостью ($m = 0,30 \div 0,45$); F – площадь сечения обсадной колонны, м²; ℓ – высота пробки, прошиваемой за один приём ($\ell = 6$ или 12 м); f – площадь сечения кольцевого пространства, м²; ρ_n – плотность песка (для кварцевого песка $\rho_n = 2,65 \div 2,70$ т/м³).

h_4 и h_5 – потери напора соответственно для вертлюга и шланга определяются по опытным данным и могут быть приняты следующие (см. ниже).

h_6 – потери напора в наконечнике: насадки диаметром $\varnothing 10 \div 37$ мм, фрезер и др.:

$$h_6 = \frac{\rho_{ж} \cdot Q^2}{2 \cdot g \cdot \alpha_n \cdot f_n^2}, \quad (4)$$

где $\rho_{жс}$ – плотность жидкости, г/см³; Q – подача жидкости, см³/с; g – ускорение свободного падения ($g = 980$ см/с²); α_n – коэффициент расхода насадки ($\alpha_n = 0,9$); f_n – сечение насадки, см².

3. Время, необходимое для подъёма размытой породы на поверхность:

$$T = \frac{H}{V_n},$$

где V_n – скорость подъёма размытой породы.

При промывке нефтью изменения в расчёт будут внесены только в определение коэффициента λ :

- при турбулентном режиме $\lambda = \frac{0,3164}{\sqrt[4]{Re}}$;
- при ламинарном режиме $\lambda = \frac{64}{Re}$,

где Re – число Рейнольдса:

- при течении жидкости в трубе $Re = \frac{V \cdot d}{\nu}$;
- при течении жидкости в кольцевом пространстве $Re = \frac{V \cdot (D - d)}{\nu}$,

где V – скорость течения жидкости, м/с; ν – кинематическая вязкость жидкости, м²/с.

При $Re < 2320$ – режим движения жидкости ламинарный, $Re > 2800$ – турбулентный.

Литература:

1. Блажевич В.А., Уметбаев В.Г. Справочник мастера по капитальному ремонту скважин. – М. : Недра, 1985. – 208 с.
2. Амиров А.Д., Карапетов К.А., Лемберанский Д.Ф., Яшин А.С., Джафаров А.А. Справочная книга по текущему и капитальному ремонту нефтяных и газовых скважин. – М. : Недра, 1979. – 309 с.
3. Технология проведения очистки скважин от песчаной пробки при проведении КРС [Электронный ресурс]. – URL : http://knowledge.allbest.ru/geology/3c0a65635a3bc79b4c43a89521306d27_0.html
4. Булатов А.И., Савенок О.В. Капитальный подземный ремонт нефтяных и газовых скважин : в 4 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2012. – Т. 1. – 540 с.
5. Булатов А.И., Савенок О.В. Капитальный подземный ремонт нефтяных и газовых скважин : в 4 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2012. – Т. 2. – 576 с.
6. Булатов А.И., Савенок О.В. Капитальный подземный ремонт нефтяных и газовых скважин : в 4 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2014. – Т. 3. – 576 с.
7. Булатов А.И., Савенок О.В. Капитальный подземный ремонт нефтяных и газовых скважин : в 4 т. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2015. – Т. 4. – 512 с.
8. Булатов А.И., Савенок О.В. Практикум по дисциплине «Заканчивание нефтяных и газовых скважин» : в 4 т. : учеб. пособ. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2013. – Т. 1. – 432 с.
9. Булатов А.И., Савенок О.В. Практикум по дисциплине «Заканчивание нефтяных и газовых скважин» : в 4 т. : учеб. пособ. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2013. – Т. 2. – 532 с.
10. Булатов А.И., Савенок О.В. Практикум по дисциплине «Заканчивание нефтяных и газовых скважин» : в 4 т. : учеб. пособ. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2013. – Т. 3. – 348 с.
11. Булатов А.И., Савенок О.В. Практикум по дисциплине «Заканчивание нефтяных и газовых скважин» : в 4 т. : учеб. пособ. – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2014. – Т. 4. – 464 с.

References:

1. Blazhevich V.A., Umetbayev V.G. Reference book of the master in capital repairs of wells. – M. : Subsoil, 1985. – 208 p.
2. Amirov A.D., Karapetov K.A., Lemberansky F., Yashin A.S., Dzhafarov A.A. The reference book on routine maintenance and overhaul repairs of oil and gas wells. – M. : Subsoil, 1979. – 309 p.
3. Technology of carrying out cleaning of wells of a sandy stopper when carrying out KRS. – URL : http://knowledge.allbest.ru/geology/3c0a65635a3bc79b4c43a89521306d27_0.html
4. Boolatov A.I., Savenok O.V. Capital underground repairs of oil and gas wells: in 4 t. – Krasnodar : Izdatelsky Dom – Yug, 2012. – T. 1. – 540 p.
5. Boolatov A.I., Savenok O.V. Capital underground repairs of oil and gas wells : in 4 t. – Krasnodar : Izdatelsky Dom – Yug, 2012. – T. 2. – 576 p.
6. Boolatov A.I., Savenok O.V. Capital underground repairs of oil and gas wells : in 4 t. – Krasnodar : Izdatelsky Dom – Yug, 2014. – T. 3. – 576 p.
7. Boolatov A.I., Savenok O.V. Capital underground repairs of oil and gas wells : in 4 t. – Krasnodar : Izdatelsky Dom – Yug, 2015. – T. 4. – 512 p.
8. Boolatov A.I., Savenok O.V. Praktikum on discipline «Completion oil and gas wells» : in 4 t. : studies manual. – Krasnodar : Izdatelsky Dom – Yug, 2013. – T. 1. – 432 p.
9. Boolatov A.I., Savenok O.V. Praktikum on discipline «Completion oil and gas wells» : in 4 t. : studies manual. – Krasnodar : Izdatelsky Dom – Yug, 2013. – T. 2. – 532 p.
10. Boolatov A.I., Savenok O.V. Praktikum on discipline «Completion oil and gas wells» : in 4 t. : studies manual. – Krasnodar : Izdatelsky Dom – Yug, 2013. – T. 3. – 348 p.
11. Boolatov A.I., Savenok O.V. Praktikum on discipline «Completion oil and gas wells» : in 4 t. : studies manual. – Krasnodar : Izdatelsky Dom – Yug, 2014. – T. 4. – 464 p.